

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP04/053619

International filing date: 20 December 2004 (20.12.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE  
Number: 103 60 340.6  
Filing date: 20 December 2003 (20.12.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 10 February 2005 (10.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND****Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 60 340.9

**Anmeldetag:**

20. Dezember 2003

**Anmelder/Inhaber:**

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart/DE

**Bezeichnung:**Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben eines  
Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor**IPC:**

F 02 D 9/10

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. Januar 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

  
Brosig

20.12.04 St/Oy

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht von einem Verfahren und von einer Vorrichtung zum Betreiben eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche aus.

20

Es sind bereits Verfahren und Vorrichtungen zum Betreiben eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor bekannt, bei denen die Luftzufuhr zum Verbrennungsmotor über ein Stellglied eingestellt wird. Als Stellglied wird dabei üblicherweise eine Drosselklappe verwendet.

25

Zum Zweck der Verbrauchseinsparung wird bei modernen Ottomotoren im Schubbetrieb wenn möglich die Einspritzung von Kraftstoff abgeschaltet. Die Drosselklappe ist dabei geschlossen. Somit ergibt sich ein hohes Bremsmoment des Verbrennungsmotors, die so genannte Motorbremse. Durch das hohe Motorbremsmoment verliert das Fahrzeug im Schubbetrieb deutlich an Geschwindigkeit. In bestimmten Fahrsituationen kann dies unerwünscht sein und der Fahrer muss nach kurzer Zeit den Schubbetrieb wieder verlassen. Wäre hier die Drosselklappe geöffnet, so würde sich ein deutlich geringeres Motorbremsmoment ergeben und das Fahrzeug könnte länger im Schubbetrieb bewegt werden.

30

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Betreiben eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche haben demgegenüber den Vorteil, dass in einem Schubbetrieb des Verbrennungsmotors ein Öffnungs-

grad des Stellgliedes abhängig von einer Fahrsituation eingestellt wird. Auf diese Weise lässt sich im Schubetrieb zwischen Fahrsituationen unterscheiden, bei denen entweder hohe oder niedrige Motorbremsleistung gewünscht wird, sodass die Bremsleistung des Verbrennungsmotors im Schubetrieb durch entsprechende Einstellung des Stellgliedes fahrsituationsabhängig so eingestellt werden kann, dass das Fahrzeug verbrauchsoptimal im Hinblick auf den Kraftstoffverbrauch bewegt wird. Auf diese Weise lässt sich der Kraftstoffverbrauch reduzieren.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Fahrsituation durch Auswertung eines Gradienten einer von einer Betätigung eines Fahrpedals abgeleiteten Größe ermittelt wird. Auf diese Weise lässt sich die Fahrsituation besonders zuverlässig anhand des Fahrerwunsches ermitteln.

Im Falle einer solchen Ermittlung der Fahrsituation lässt sich der Öffnungsgrad des Stellgliedes besonders einfach dadurch einstellen, indem bei Unterschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes durch den Gradienten der Öffnungsgrad des Stellgliedes in Richtung der Schließstellung des Stellgliedes verringert wird und indem bei einem Gradienten oberhalb des vorgegebenen Schwellwertes der Öffnungsgrad des Stellgliedes in Richtung der vollständigen Öffnung des Stellgliedes erhöht wird.

Alternativ lässt sich der im Schubetrieb einzustellende Öffnungsgrad des Stellgliedes bzw. eine diesen Öffnungsgrad charakterisierende Größe abhängig vom Gradienten der von der Betätigung des Fahrpedals abgeleiteten Größe mittels einer Kennlinie oder eines Kennfeldes ermitteln. Auf diese Weise lässt sich der Öffnungsgrad des Stellgliedes bzw. die diesen Öffnungsgrad charakterisierende Größe differenzierter in Abhängigkeit der Fahrsituation einstellen.

Ein weiterer Vorteil ergibt sich, wenn die Fahrsituation durch Auswertung einer Betätigung eines Bremspedals ermittelt wird. Auf diese Weise lässt sich die Fahrsituation ebenfalls besonders zuverlässig und einfach ermitteln.

Dies kann in einfacher Weise dadurch geschehen, dass bei gedrücktem Bremspedal der Öffnungsgrad der Stellgliedes in Richtung der Schließstellung des Stellgliedes verringert wird und dass bei losgelassenem Bremspedal der Öffnungsgrad des Stellgliedes in Richtung der vollständigen

-  
digen Öffnung des Stellgliedes erhöht wird.

-  
Eine weitere vorteilhafte Möglichkeit zur Ermittlung der Fahrsituation ergibt sich, wenn die Fahrsituation durch Auswertung einer Information über eine Neigung des Fahrzeuges gegen-  
5 über der Horizontalen ermittelt wird. Auf diese Weise lässt sich die Fahrsituation unabhängig vom Fahrerwunsch ermitteln.

10 Dies kann auf einfache Weise dadurch geschehen, dass bei betragsmäßigem Überschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes durch die Neigung der Öffnungsgrad der Stellgliedes in Richtung der Schließstellung der Stellgliedes verringert wird und dass bei betragsmäßigem Unterschreiten des vorgegebenen Schwellwertes durch die Neigung der Öffnungsgrad des Stellgliedes in Rich-  
10 tung der vollständigen Öffnung des Stellgliedes erhöht wird.

15 Die Zuverlässigkeit bei der Ermittlung der Fahrsituation kann dadurch gesteigert werden, dass die Fahrsituation durch Auswertung einer Fahrgeschwindigkeit ermittelt wird.

Vorteilhaft ist weiterhin, wenn bei Detektion eines Fehlers an einer sicherheitsrelevanten Kom-  
ponente des Fahrzeugs oder des Verbrennungsmotors der Öffnungsgrad der Stellgliedes in  
Richtung der Schließstellung des Stellgliedes verringert wird. Auf diese Weise wird sicherge-  
20 stellt, dass ein fehlerhafter und sicherheitskritischer Betrieb des Fahrzeugs vermieden wird.

#### Zeichnung

25 Ausführungsbeispiele der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 ein Blockschaltbild eines Verbrennungsmotors, Figur 2 ein Funktionsdiagramm einer beispielhaften Realisierung des erfindungsgemäßen Ver-  
fahrens und der erfindungsgemäßen Vorrichtung und Figur 3 einen Ablaufplan für einen bei-  
spielhaften Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens und Figur 4 einen Alternativablaufplan  
zum Ablaufplan nach Figur 3.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

30 In Figur 1 kennzeichnet 1 einen Verbrennungsmotor, der ein Fahrzeug antreibt und beispiels-  
weise als Ottomotor oder als Dieselmotor ausgebildet sein kann. Im Folgenden wird beispielhaft

angenommen, dass der Verbrennungsmotor 1 als Ottomotor ausgebildet ist. Der Verbrennungsmotor 1 umfasst einen oder mehrere Zylinder 40, dessen Brennraum über eine Luftzufuhr 35 Verbrennungsluft zugeführt wird. In der Luftzufuhr 35 ist ein Stellglied 5 angeordnet, das in diesem Beispiel als elektronisch gesteuerte Drosselklappe ausgebildet sein soll und deren Öffnungsgrad von einer Motorsteuerung 25 eingestellt wird. Auf diese Weise lässt sich die Zylinderfüllung in Abhängigkeit des Öffnungsgrades der Drosselklappe 5 einstellen bzw. beeinflussen. Im Falle einer Direkteinspritzung von Kraftstoff in die einzelnen Zylinder 40, wie in Figur 1 angedeutet, wird der Kraftstoff in den Brennraum des entsprechenden Zylinders direkt über jeweils ein Einspritzventil 45 eingespritzt, wobei die Einspritzmenge und die Einspritzzeit ebenfalls von der Motorsteuerung 25 vorgegeben wird. Alternativ könnte die Einspritzung von Kraftstoff auch in den als Saugrohr bezeichneten Abschnitt der Luftzufuhr 35 zwischen der Drosselklappe 5 und den in Figur 1 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellten Einlassventilen der Zylinder 40 erfolgen. Das im Brennraum der Zylinder 40 gebildete Luft-/Kraftstoffgemisch wird über jeweils eine Zündkerze 50 pro Zylinder 40 gezündet, wobei die Zündkerzen 50 hinsichtlich ihres Zündzeitpunktes ebenfalls von der Motorsteuerung 25 angesteuert werden. Das bei der Verbrennung des Luft-/Kraftstoffgemisches entstandene Abgas wird über einen Abgasstrang 55 ausgestoßen. Im Bereich der Zylinder 40 ist ein Drehzahlsensor 60 angeordnet, der die Drehzahl des Verbrennungsmotors 1 in dem Fachmann bekannter Weise erfasst und den Messwert an die Motorsteuerung 25 weiterleitet. Ferner ist ein Geschwindigkeitssensor 65 vorgesehen, der die Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs in dem Fachmann bekannter Weise erfasst und den Messwert an die Motorsteuerung 25 weiterleitet. Ferner ist gemäß Figur 1 ein Neigungssensor 70 vorgesehen, in der in dem Fachmann bekannter Weise die Neigung des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen erfasst und den Messwert an die Motorsteuerung 25 weiterleitet. Ferner ist ein Fahrpedal vorgesehen, dessen Betätigungsgrad oder Pedalwinkel von einem Fahrpedalmodul 10 erfasst und ebenfalls der Motorsteuerung 25 mitgeteilt wird. Ferner ist ein Bremspedal vorgesehen, dessen Betätigungsgrad von einem Bremspedalmodul 20 erfasst und ebenfalls der Motorsteuerung 25 mitgeteilt wird.

Erfindungsgemäß ist es nun vorgesehen, dass in einem Schubbetrieb des Fahrzeugs Fahrsituationen unterschieden werden, in denen ein hohes Motorbremsmoment bzw. ein niedriges Motorbremsmoment gewünscht wird. In Abhängigkeit der erkannten Fahrsituation wird dann die Drosselklappe 5 derart angesteuert, um das gewünschte Motorbremsmoment zu erzeugen. Dadurch kann der Kraftstoffverbrauch reduziert werden. Erfindungsgemäß wird also im Schubbetrieb des Fahrzeugs bzw. des Verbrennungsmotors 1 der Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 ab-

hängig von der aktuellen Fahrsituation eingestellt.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die aktuelle Fahrsituation zu ermitteln. Eine Möglichkeit besteht darin, den Gradienten einer von einer Betätigung des Fahrpedals abgeleiteten Größe zu ermitteln. Bei dieser Größe kann es sich z. B. um den Betätigungsgrad des Fahrpedals oder um den Pedalwinkel  $w_{ped\_w}$  handeln. Im Folgenden soll beispielhaft angenommen werden, dass es sich bei der von der Betätigung des Fahrpedals abgeleiteten Größe um den Pedalwinkel  $w_{ped\_w}$  handelt. Wenn also der Schubbetrieb des Fahrzeugs bzw. des Verbrennungsmotors 1 durch ein schnelles Loslassen des Fahrpedals erreicht wurde, dann deutet dies darauf hin, dass im Schubbetrieb ein hohes Motorbremsmoment eingestellt werden soll. Wenn hingegen der Schubbetrieb des Fahrzeugs bzw. des Verbrennungsmotors 1 durch ein langsames Loslassen des Fahrpedals erreicht wurde, dann deutet dies darauf hin, dass im Schubbetrieb ein niedriges Motorbremsmoment eingestellt werden soll. Deshalb kann es im einfachsten Fall vorgesehen sein, dass ein Schwellwert  $Sw_{ped\_w}$  für den Gradienten des Pedalwinkels  $w_{ped\_w}$  vorgegeben und in der Motorsteuerung 25 abgespeichert wird. Der Schwellwert  $Sw_{ped\_w}$  kann dabei beispielsweise auf einem Prüfstand geeignet appliziert werden. Der vorgegebene Schwellwert  $Sw_{ped\_w}$  wird dabei als negativer Wert gewählt, da sich beim Loslassen des Fahrpedals auch ein negativer zeitlicher Gradient des Pedalwinkels  $w_{ped\_w}$  einstellen wird. Aus dem vom Fahrpedalmodul 10 der Motorsteuerung 25 mitgeteilten Pedalwinkel  $w_{ped\_w}$  des Fahrpedals ermittelt die Motorsteuerung 25 den zeitlichen Gradienten dieses Pedalwinkels  $w_{ped\_w}$ . Unterschreitet dieser Gradient beim Loslassen des Fahrpedals den vorgegebenen Schwellwert  $Sw_{ped\_w}$ , dann liegt ein schnelles Loslassen des Fahrpedals vor und es ist ein hohes Motorbremsmoment gewünscht. In diesem Fall wird die Motorsteuerung 25 die Drosselklappe 5 derart ansteuern, dass der Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 in Richtung der Schließstellung der Drosselklappe 5 verringert wird. Dies kann bspw. dadurch geschehen, dass die Drosselklappe 5 vollständig geschlossen wird. Auf diese Weise wird ein maximales Motorbremsmoment erzeugt. Überschreitet der Gradient beim Loslassen des Fahrpedals den vorgegebenen Schwellwert  $Sw_{ped\_w}$ , dann liegt ein langsames Loslassen des Fahrpedals vor und es ist ein niedriges Motorbremsmoment gewünscht. In diesem Fall wird die Motorsteuerung 25 die Drosselklappe 5 derart ansteuern, dass der Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 in Richtung der vollständigen Öffnung der Drosselklappe 5 erhöht wird. Dies kann bspw. dadurch geschehen, dass die Drosselklappe 5 vollständig geöffnet wird. Auf diese Weise wird ein minimales Motorbremsmoment erzeugt. Bei der Wahl des vorgegebenen Schwellwertes  $Sw_{ped\_w}$  ist also darauf zu achten, dass Gradienten des Pedalwinkels  $w_{ped\_w}$  oberhalb dieses Schwellwertes  $Sw_{ped\_w}$  auch nur mit einem Fahrerwunsch

eines minimalen Motorbremsmomentes korrelieren und das Gradienten des Pedalwinkels  $wped\_w$  unterhalb dieses Schwellwertes  $Swped\_w$  auch nur mit einem Fahrerwunsch eines maximalen Motorbremsmomentes korrelieren.

Gemäß einer alternativen Ausführungsform ist eine differenziertere Einstellung des Öffnungsgrades der Drosselklappe 5 in Abhängigkeit der Fahrsituation im Schubbetrieb möglich. Dabei wird der einzustellende Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 bzw. eine diesen Öffnungsgrad charakterisierende Größe abhängig vom Gradienten der von der Betätigung des Fahrpedals abgeleiteten Größe, in diesem Beispiel des Pedalwinkels  $wped\_w$ , mittels einer Kennlinie oder eines Kennfeldes ermittelt. Bei der den Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 charakterisierenden Größe kann es sich beispielsweise um einen Sollwert  $wped\_wsoll$  für den Pedalwinkel handeln, der proportional zu einem Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 ist, mit dem der Sollwert  $wped\_wsoll$  des Pedalwinkels zur Realisierung eines entsprechenden Fahrerwunschkomentes umgesetzt werden kann. Der Vorteil bei der Kennlinienlösung besteht darin, dass für jeden Gradienten des Pedalwinkels  $wped\_w$  ein zugeordneter Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 bzw. in diesem Beispiel ein zugeordneter Sollwert  $wped\_wsoll$  des Pedalwinkels aus der Kennlinie entnommen werden kann, sodass der Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 differenzierter in Abhängigkeit des Gradienten des Pedalwinkels  $wped\_w$  eingestellt werden kann. Es kann natürlich auch vorgesehen sein, das als Ausgangsgröße der Kennlinie entweder eine vollständig geschlossene Drosselklappe 5 oder eine vollständig geöffnete Drosselklappe 5 resultiert, sodass sich im Ergebnis das Gleiche ergibt wie bei der oben beschriebenen Schwellwertlösung. Die Verwendung eines Kennfeldes ist dann erforderlich, wenn zusätzlich zum Gradienten des Pedalwinkels  $wped\_w$  eine oder mehrere weitere Eingangsgrößen bei der Ermittlung der aktuellen Fahrsituation im Schubbetrieb berücksichtigt werden sollen. Dies kann bspw. die Fahrgeschwindigkeit sein. Die Kennlinie bzw. das Kennfeld können beispielsweise auf einem Prüfstand geeignet appliziert werden, um dem jeweiligen zeitlichen Gradienten des Pedalwinkels  $wped\_w$  jeweils einen geeigneten Sollwert  $wped\_wsoll$  für den Pedalwinkel und damit einen geeigneten Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 zur Einstellung des gewünschten Motorbremsmomentes im Schubbetrieb zuzuordnen.

In Figur 2 ist ein Funktionsdiagramm dargestellt, das die Einstellung des Öffnungsgrades der Drosselklappe 5 in Abhängigkeit der Fahrsituation im Schubbetrieb zeigt, wobei hier der Sollwert  $wped\_wsoll$  für den Pedalwinkel als charakteristische Größe für den Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 kennfeldgesteuert in Abhängigkeit des Gradienten des Pedalwinkels  $wped\_w$



und der Fahrgeschwindigkeit vorgegeben wird. In Figur 2 kennzeichnet dabei 30 eine Steuereinheit, die bspw. software- und/oder hardwaremäßig in der Motorsteuerung 25 implementiert sein kann. Einem gesteuerten Schalter 90 der Steuereinheit 30 wird einerseits ein Sollwert  $FW_{wped\_wsoll}$  für den Pedalwinkel entsprechend einem Fahrerwunsch oder einer Anforderung einer Fahrzeugfunktion, wie beispielsweise einem Antiblockiersystem, einer Antriebschlupfregelung, einer Fahrdynamikregelung oder dergleichen zugeführt und andererseits die Ausgangsgröße  $w_{ped\_wsoll}$  eines Kennfeldes 15, die ebenfalls einen Sollwert für den Pedalwinkel darstellt. Der gesteuerte Schalter 90 wird von einem Ausgangssignal eines UND-Gliedes 75 angesteuert. Ist dieses Ausgangssignal des UND-Gliedes 75 gesetzt, so wird der gesteuerte Schalter 90 veranlasst, an seinem Ausgang das Ausgangssignal  $w_{ped\_wsoll}$  des Kennfeldes 15 zur Verfügung zu stellen. Ist dieses Ausgangssignal des UND-Gliedes 75 nicht gesetzt, so wird der gesteuerte Schalter 90 veranlasst, an seinem Ausgang das Signal  $FW_{wped\_wsoll}$  zur Verfügung zu stellen. Einem ersten Eingang 80 des UND-Gliedes 75 ist ein Schubabschaltsignal BSA zugeführt, das angibt, ob der Verbrennungsmotor 1 bzw. das Fahrzeug sich im Schubbetrieb befindet, der Schubbetrieb also aktiv ist. Dies kann in der Motorsteuerung 25 einfach dadurch festgestellt werden, dass geprüft wird, ob das Fahrpedal 10 losgelassen wurde, also nicht mehr betätigt wird. In diesem Fall liegt Schubbetrieb vor und das Schubabschaltsignal BSA wird von der Motorsteuerung 25 gesetzt. Andernfalls, also bei noch vorliegender Betätigung des Fahrpedals liegt kein Schubbetrieb vor und das Schubabschaltsignal BSA wird von der Motorsteuerung 25 nicht gesetzt bzw. zurückgesetzt. Einem zweiten invertierten Eingang 85 des UND-Gliedes 75 ist ein Bremspedalsignal  $w_{brems}$  zugeführt, das von der Motorsteuerung 25 gesetzt wird, wenn das Bremspedal betätigt ist, und das von der Motorsteuerung 25 nicht gesetzt bzw. zurückgesetzt wird, wenn das Bremspedal nicht betätigt ist. Dazu wertet die Motorsteuerung 25 den vom Bremspedalmodul 20 gelieferten Betätigungsgrad des Bremspedals entsprechend aus. Auf diese Weise ist das Ausgangssignal des UND-Gliedes 75 nur gesetzt, wenn Schubbetrieb vorliegt und das Bremspedal nicht betätigt ist. Andernfalls ist das Ausgangssignal des UND-Gliedes 75 nicht gesetzt. Eingangsgrößen des Kennfeldes 15 sind die Fahrzeuggeschwindigkeit  $v$ , die von dem Geschwindigkeitssensor 65 ermittelt wird, und der von der Motorsteuerung 25 gebildete zeitliche Gradient  $dw_{ped\_w}/dt$  des vom Fahrpedalmodul 10 an die Motorsteuerung 25 gelieferten Pedalwinkels  $w_{ped\_w}$ . Das Kennfeld 15 ordnet dem zeitlichen Gradienten  $dw_{ped\_w}/dt$  des Pedalwinkels und der Fahrgeschwindigkeit  $v$  den Sollwert  $w_{ped\_wsoll}$  für den Pedalwinkel zu, der zur dem entsprechenden gewünschten Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 führt. Dabei kann es vorgesehen sein, dass mit steigendem zeitlichen Gradienten  $dw_{ped\_w}/dt$  des Pedalwinkels  $w_{ped\_w}$  und gleichbleibender Fahrgeschwindigkeit  $v$  der Sollwert

wped\_wsoll für den Pedalwinkel und damit der Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 erhöht wird, um das Motorbremsmoment zu verringern, und dass mit steigender Fahrgeschwindigkeit  $v$  und gleichbleibendem zeitlichen Gradienten  $dwped\_w/dt$  des Pedalwinkels  $wped\_w$  der Sollwert  $wped\_wsoll$  für den Pedalwinkel und damit der Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 gesenkt wird, um das Motorbremsmoment zu erhöhen und damit die Verkehrssicherheit durch Absenkung der Fahrgeschwindigkeit im Schubbetrieb zu steigern.

Wird die aktuelle Fahrsituation wie beschrieben in Abhängigkeit des zeitlichen Gradienten  $dwped\_w/dt$  des Pedalwinkels  $wped\_w$  ermittelt, so handelt es sich bei dem zeitlichen Gradienten  $dwped\_w/dt$  des Pedalwinkels  $wped\_w$  um demjenigen, der beim Loslassen des Fahrpedals zum Erreichen des Schubbetriebes vorliegt.

Zusätzlich oder alternativ zur Bestimmung der aktuellen Fahrsituation abhängig vom zeitlichen Gradienten  $dwped\_w/dt$  des Pedalwinkels  $wped\_w$  kann die aktuelle Fahrsituation auch durch Auswertung einer Betätigung des Bremspedals ermittelt werden. Dabei kann es vorgesehen sein, dass bei gedrücktem Bremspedal der Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 in Richtung der Schließstellung der Drosselklappe 5 verringert wird, wobei in diesem Fall die Drosselklappe 5 beispielsweise vollständig geschlossen werden kann, und dass bei losgelassenem Bremspedal der Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 in Richtung der vollständigen Öffnung der Drosselklappe 5 erhöht wird, wobei in diesem Fall die Drosselklappe 5 beispielsweise vollständig geöffnet werden kann. Die Betätigung des Bremspedals bzw. dessen Nicht-Betätigung wird von der Motorsteuerung 25 aus dem vom Bremspedalmodul 20 gelieferten Betätigungsgrad des Bremspedals ermittelt. Somit kann eine aktuelle Fahrsituation im Schubbetrieb an Hand des Betätigungsgrades des Bremspedals im Hinblick auf ein gewünschtes hohes Motorbremsmoment erkannt werden, wenn ein betätigtes Bremspedal festgestellt wird. Umgekehrt kann eine aktuelle Fahrsituation im Schubbetrieb an Hand des Betätigungsgrades des Bremspedals im Hinblick auf ein gewünschtes niedriges Motorbremsmoment erkannt werden, wenn ein losgelassenes Bremspedal festgestellt wird.

Auch im Falle der Bestimmung der aktuellen Fahrsituation abhängig vom Betätigungsgrad des Bremspedals kann es vorgesehen sein, verschiedenen Betätigungsgraden des Bremspedals jeweils einen unterschiedlichen Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 zuzuordnen, wobei die Zuordnung über eine Kennlinie erfolgen kann. Auf diese Weise lässt sich wiederum eine differenziertere Einstellung des Öffnungsgrades der Drosselklappe 5 in Abhängigkeit des Betätigungsgra-

des des Bremspedals erreichen. Wird die aktuelle Fahrsituation zusätzlich von anderen Größen mitbestimmt, wie z. B. der Fahrgeschwindigkeit  $v$  und/oder dem zeitlichen Gradienten  $dwped\_w/dt$  des Pedalwinkels  $wped\_w$ , so können alle diese Größen, die die aktuelle Fahrsituation kennzeichnen, als Eingangsgrößen in ein Kennfeld eingehen, dessen Ausgangsgröße der Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 bzw. eine den Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 charakterisierende Größe, wie z. B. der genannte Sollwert  $wped\_wsoll$  für den Pedalwinkel  $wped\_w$ , ist. Die Kennlinie bzw. das Kennfeld können wiederum beispielsweise auf einem Prüfstand geeignet appliziert werden. Ausgehend von dem Kennfeld 15 in Figur 2 kann gemäß dem dortigen Funktionsdiagramm als weitere Eingangsgröße des Kennfeldes 15 der Betätigungsgrad des Bremspedals eingehen, wobei mit zunehmender Betätigung des Bremspedals bei gleichbleibender Fahrgeschwindigkeit  $v$  und gleichbleibendem zeitlichen Gradienten  $dwped\_w/dt$  des Pedalwinkels  $wped\_w$  der Sollwert  $wped\_wsoll$  des Pedalwinkels  $wped\_w$  und damit der Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 sinkt. In diesem Fall kann der gesteuerte Schalter 90 auch allein durch das Schubabschaltsignal BSA derart gesteuert werden, dass bei gesetztem Schubabschaltsignal BSA der gesteuerte Schalter 90 an seinem Ausgang den Ausgang des Kennfeldes 15 und andernfalls den Sollwert  $FWwped\_wsoll$  anliegen hat.

Zusätzlich oder alternativ zur Bestimmung der aktuellen Fahrsituation abhängig vom zeitlichen Gradienten  $dwped\_w/dt$  des Pedalwinkels  $wped\_w$  und/oder des Betätigungsgrades des Bremspedals und/oder der Fahrgeschwindigkeit  $v$  kann die aktuelle Fahrsituation auch durch Auswertung einer Information über eine Neigung des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen ermittelt werden. Zu diesem Zweck wertet die Motorsteuerung 25 das Signal des Neigungssensors 70 aus. Dabei kann in der Motorsteuerung 25 ein Neigungsschwellwert  $N$  für die Neigung des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen vorgegeben sein. Es kann dann beispielsweise vorgesehen sein, dass bei betragsmäßigem Überschreiten des vorgegeben Neigungsschwellwerts  $N$  durch die Neigung des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen der Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 in Richtung der Schließstellung der Drosselklappe 5 verringert wird, wobei in diesem Fall die Drosselklappe 5 beispielsweise vollständig geschlossen werden kann und dass bei betragsmäßigem Unterschreiten des vorgegebenen Neigungsschwellwertes  $N$  durch die Neigung des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen der Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 in Richtung der vollständigen Öffnung der Drosselklappe 5 erhöht wird, wobei in diesem Fall die Drosselklappe 5 beispielsweise vollständig geöffnet werden kann. Somit kann eine aktuelle Fahrsituation im Schubbetrieb an Hand der Neigung des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen im Hinblick auf ein gewünschtes hohes Motorbremsmoment erkannt werden, wenn eine betragsmäßig

große, über dem Neigungsschwellwert  $N$  liegende und der Neigung des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen entsprechende Fahrbahnsteigung erkannt wird. In diesem Fall ist aus Gründen der Verkehrssicherheit ein hohes Motorbremsmoment gewünscht. Umgekehrt kann eine aktuelle Fahrsituation im Schubbetrieb an Hand der Neigung des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen im Hinblick auf ein gewünschtes niedriges Motorbremsmoment erkannt werden, wenn eine betragsmäßig kleine, unter dem Neigungsschwellwert  $N$  liegende und der Neigung des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen entsprechende Fahrbahnsteigung erkannt wird. In diesem Fall ist aus Gründen der Verkehrssicherheit ein hohes Motorbremsmoment nicht erforderlich und es kann ein niedrigeres Motorbremsmoment eingestellt werden. Der Neigungsschwellwert  $N$  kann bspw. auf einem Prüfstand oder in Fahrversuchen geeignet gewählt werden, um die notwendigen Anforderungen an die Verkehrssicherheit zu erfüllen.

Auch im Falle der Bestimmung der aktuellen Fahrsituation abhängig von der Neigung des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen kann es vorgesehen sein, verschiedenen Neigungen des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen jeweils einen unterschiedlichen Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 zuzuordnen, wobei die Zuordnung über eine Kennlinie erfolgen kann. Auf diese Weise lässt sich wiederum eine differenziertere Einstellung des Öffnungsgrades der Drosselklappe 5 in Abhängigkeit der Neigung des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen erreichen. Wird die aktuelle Fahrsituation zusätzlich von anderen Größen mitbestimmt, wie z. B. der Fahrgeschwindigkeit  $v$  und/oder dem zeitlichen Gradienten  $dwped\_w/dt$  des Pedalwinkels  $wped\_w$  und/oder der Betätigung des Bremspedals, so können alle diese Größen, die die aktuelle Fahrsituation kennzeichnen, als Eingangsgrößen in ein Kennfeld eingehen, dessen Ausgangsgröße der Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 bzw. eine den Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 charakterisierende Größe, wie z. B. der genannte Sollwert  $wped\_wsoll$  für den Pedalwinkel  $wped\_w$ , ist. Die Kennlinie bzw. das Kennfeld können wiederum beispielsweise auf einem Prüfstand geeignet appliziert werden. Ausgehend von dem Kennfeld 15 in Figur 2 kann gemäß dem dortigen Funktionsdiagramm als weitere Eingangsgröße des Kennfeldes 15 die Neigung des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen eingehen, wobei mit betragsmäßig zunehmender Neigung des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen bei gleichbleibender Fahrgeschwindigkeit  $v$  und gleichbleibendem zeitlichen Gradienten  $dwped\_w/dt$  des Pedalwinkels  $wped\_w$  und gleichbleibendem Betätigungsgrad des Bremspedals der Sollwert  $wped\_wsoll$  des Pedalwinkels  $wped\_w$  und damit der Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 sinkt. In diesem Fall kann der gesteuerte Schalter 90 auch allein durch das Schubabschaltsignal BSA derart gesteuert werden, dass bei gesetztem Schubabschaltsignal BSA der gesteuerte Schalter 90 an seinem Ausgang den Ausgang des

Kennfeldes 15 und andernfalls den Sollwert FWwped\_wsoll anliegen hat.

Weiterhin kann es optional vorgesehen sein, dass bei Detektion eines Fehlers an einer sicherheitsrelevanten Komponente oder Eigenschaft oder Betriebsgröße des Fahrzeugs oder des Verbrennungsmotors 1 der Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 sicherheitshalber in Richtung der Schließstellung der Drosselklappe 5 verringert wird, um das Motorbremsmoment zu erhöhen und des Fahrzeugs schnellstmöglich abzubremesen. Die größte Bremswirkung wird dabei erreicht, wenn die Drosselklappe 5 vollständig geschlossen wird. Als Beispiel für eine sicherheitsrelevante Komponente des Fahrzeugs sei hier das Antiblockiersystem oder der Bremskraftverstärker genannt. Als Beispiel für eine sicherheitsrelevante Betriebsgröße des Verbrennungsmotors 1 sei hier die Motortemperatur oder der Motorölstand genannt. Fallen sicherheitsrelevante Komponenten aus oder werden sie in sonstiger Weise von der Motorsteuerung 25 als fehlerhaft detektiert oder liegen sicherheitsrelevante Eigenschaften oder Betriebsgrößen außerhalb ihres zulässigen Bereichs, so wird im Falle des Schubbetriebes unabhängig von der aktuellen Fahrsituation die Drosselklappe 5 in Richtung ihrer Schließstellung bewegt, vorzugsweise vollständig geschlossen, um ein möglichst großes Motorbremsmoment zu erzielen.

In Figur 3 ist ein Ablaufplan für einen beispielhaften Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens angegeben. Nach dem Start des Programms prüft die Motorsteuerung 25 bei einem Programmpunkt 100, ob Schubbetrieb vorliegt. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt 105 verzweigt, andernfalls wird zu Programmpunkt 100 zurückverzweigt. Die Prüfung auf Vorliegen des Schubbetriebes kann wie beschrieben dadurch erfolgen, dass die Motorsteuerung 25 den Betätigungsgrad des Fahrpedals ausgewertet. Wird das Fahrpedal losgelassen, so erkennt die Motorsteuerung 25 auf Schubbetrieb und setzt das Schubabschaltsignal BSA, andernfalls erkennt die Motorsteuerung 25 auf Zugbetrieb und setzt das Schubabschaltsignal BSA zurück.

Bei Programmpunkt 105 prüft die Motorsteuerung 25, ob ein Fehler an einer sicherheitsrelevanten Komponente oder Betriebsgröße des Fahrzeugs oder des Verbrennungsmotors 1 vorliegt. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt 140 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 110 verzweigt.

Bei Programmpunkt 110 wertet die Motorsteuerung 25 in der beschriebenen Weise den Betätigungsgrad des Bremspedals aus. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 115 verzweigt.

Der Programmpunkt 115 prüft die Motorsteuerung 25, ob das Bremspedal betätigt wurde. Ist dies der Fall, so wird zu Programmpunkt 140 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 120 verzweigt.

Bei Programmpunkt 120 wertet die Motorsteuerung 25 die Information des Neigungssensors 70 aus und ermittelt die Neigung des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen und damit die Steigerung der Fahrbahn. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 125 verzweigt.

Bei Programmpunkt 125 prüft die Motorsteuerung 25, ob die Neigung des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen betragsmäßig oberhalb des vorgegebenen Neigungsschwellwertes  $N$  liegt. Ist dies der Fall, so wird zu Programmpunkt 140 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 130 verzweigt.

Bei Programmpunkt 130 ermittelt die Motorsteuerung 25 in der beschriebenen Weise den zeitlichen Gradienten  $\text{dwped\_w/dt}$  des Pedalwinkels  $\text{wped\_w}$ , der beim Loslassen des Fahrpedals zum Erreichen des Schubbetriebes vorlag. Dazu werden die Betätigungsgrade des Fahrpedals von der Motorsteuerung 25 aus dem vom Fahrpedalmodul 10 gelieferten Signal zeitdiskret abgetastet und gespeichert, sodass die Betätigungsgrade des Fahrpedals beim Loslassen des Fahrpedals zum Einstellen des Schubbetriebes in der Motorsteuerung 25 vorliegen und zur Berechnung des zeitlichen Gradienten  $\text{dwped\_w/dt}$  des Pedalwinkels  $\text{wped\_w}$  verwendet werden können. Außerdem ermittelt die Motorsteuerung 25 die aktuelle Fahrgeschwindigkeit  $v$ . Anschließend wird zu einem Programmpunkt 135 verzweigt.

Bei Programmpunkt 135 wird von der Motorsteuerung 25 gemäß dem Kennfeld 15 aus dem hier nicht weiter betrachteten Funktionsdiagramm nach Figur 2 abhängig von der Fahrgeschwindigkeit  $v$  und dem zeitlichen Gradienten  $\text{dwped\_w/dt}$  des Pedalwinkels  $\text{wped\_w}$  der Sollwert  $\text{wped\_wsoll}$  für den Pedalwinkel und damit der einzustellende Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 ermittelt und von der Motorsteuerung 25 umgesetzt. Anschließend wird das Programm verlassen.

Bei Programmpunkt 140 veranlasst die Motorsteuerung 25 die vollständige Schließung der Drosselklappe 5. Anschließend wird das Programm verlassen.

Gemäß dem Ablaufplan nach Figur 3 wird also eine Mischform aus Kennfeld- und schwell-

wertgesteuerter Einstellung des Motorbremsmomentes im Schubbetrieb beispielhaft vorgestellt, wobei die aktuelle Fahrsituation bezüglich des Betätigungsgrades des Bremspedals und bezüglich der Neigung des Fahrzeugs gegenüber der Horizontalen mittels Schwellwertentscheidung und bezüglich des Gradienten  $\text{dwped\_w/dt}$  des Pedalwinkels  $\text{wped\_w}$  des Fahrpedals und der Fahrgeschwindigkeit  $v$  mittels Kennfeld bestimmt wird, wobei außerdem zur Ermittlung der aktuellen Fahrsituation die Auswertung der Betätigung des Bremspedals Vorrang vor der Auswertung des Neigungssensors 70 und die Auswertung des Neigungssensors 70 Vorrang vor der Auswertung des Gradienten  $\text{dwped\_w/dt}$  des Pedalwinkels  $\text{wped\_w}$  des Fahrpedals und der Fahrgeschwindigkeit  $v$  hat.

10

In Figur 4 ist eine Abwandlung des Ablaufplans nach Figur 3 dargestellt. Dabei werden die Programmpunkte 130 und 135 durch die Ablaufplan nach Figur 4 ersetzt. Im übrigen bleibt der Ablaufplan nach Figur 3 unverändert erhalten. So wird also gemäß der Ausführungsform nach Figur 4 von Programmpunkt 125 bei Nein-Entscheidung zu einem Programmpunkt 145 verzweigt.

15

Bei Programmpunkt 145 ermittelt die Motorsteuerung 25 in der beschriebenen Weise und wie bei Programmpunkt 130 gemäß Figur 3 den zeitlichen Gradienten  $\text{dwped\_w/dt}$  des Pedalwinkels  $\text{wped\_w}$ , der beim Loslassen des Fahrpedals zum Erreichen des Schubbetriebes vorlag. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 150 verzweigt.

20

Bei Programmpunkt 150 prüft die Motorsteuerung 25, ob der zeitliche Gradient  $\text{dwped\_w/dt}$  unterhalb des vorgegebenen Schwellwertes  $\text{Swped\_w}$  liegt. Ist dies der Fall, so wird zu Programmpunkt 140 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 160 verzweigt.

25

Bei Programmpunkt 140 veranlasst die Motorsteuerung 25 ein vollständiges Schließen der Drosselklappe 5. Programmpunkt 140 ist dabei aus dem Ablaufplan nach Figur 3 übernommen. Anschließend wird das Programm verlassen.

30

Bei Programmpunkt 160 veranlasst die Motorsteuerung 25 ein vollständiges Öffnen der Drosselklappe 5. Anschließend wird das Programm verlassen.

Die beiden Ablaufpläne nach Figur 3 und Figur 4 zeigen jeweils einen beispielhaften Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens. Ganz allgemeinen lässt sich die aktuelle Fahrsituation hinsicht-

lich jedes der genannten Kriterien: zeitlicher Gradient  $dw_{ped\_w}/dt$  des Pedalwinkels  $w_{ped\_w}$ ,  
Betätigungsgrad des Bremspedals, Fahrgeschwindigkeit  $v$ , Neigung des Fahrzeugs gegenüber  
der Horizontalen Kennlinien- oder Kennfeld-gesteuert oder Schwellwert-gesteuert und in belie-  
biger Reihenfolge hierarchisch oder auch nicht hierarchisch beispielsweise mittels eines einzi-  
5 gen Kennfeldes für alle genannten Kriterien ermitteln. Weitere Kriterien wie z. B. die Motor-  
drehzahl, die vom Drehzahlsensor 60 ermittelt wird, können zur Ermittlung der aktuellen Fahr-  
situation verwendet werden. Je mehr Kriterien zur Ermittlung der aktuellen Fahrsituation heran-  
gezogen werden, desto feiner und genauer lässt sich die aktuelle Fahrsituation ermitteln. Aus  
der ermittelten aktuellen Fahrsituation wird dann in der beschriebenen Weise der einzustellende  
10 Öffnungsgrad der Drosselklappe 5 im Schubbetrieb bzw. eine den Öffnungsgrad der Drossel-  
klappe 5 charakterisierende einzustellende Größe ermittelt.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann ausgesetzt werden, wenn hochrangigere Ziele, z. B. aus  
Abgasanforderungen oder Bauteileschutzanforderungen, dies erforderlich machen.



20.12.04 St/Oy

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

15

1. Verfahren zum Betreiben eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor (1), bei dem die Luftzufuhr zum Verbrennungsmotor (1) über ein Stellglied (5) eingestellt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Schubbetrieb des Verbrennungsmotors (1) ein Öffnungsgrad des Stellgliedes (5) abhängig von einer Fahrsituation eingestellt wird.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrsituation durch Auswertung eines Gradienten einer von einer Betätigung eines Fahrpedals (10) abgeleiteten Größe ermittelt wird.

25

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei Unterschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes durch den Gradienten der Öffnungsgrad des Stellgliedes (5) in Richtung der Schließstellung des Stellgliedes (5) verringert wird und dass bei einem Gradienten oberhalb des vorgegebenen Schwellwertes der Öffnungsgrad des Stellgliedes (5) in Richtung der vollständigen Öffnung des Stellgliedes (5) erhöht wird.

30

4. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der im Schubbetrieb einzustellende Öffnungsgrad des Stellgliedes (5) bzw. eine diesen Öffnungsgrad charakterisierende Größe abhängig vom Gradienten der von der Betätigung des Fahrpedals (10) abgeleiteten Größe mittels einer Kennlinie oder eines Kennfeldes (15) ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die

Fahrsituation durch Auswertung einer Betätigung eines Bremspedals (15) ermittelt wird.

- 5 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass bei gedrücktem Bremspedal (15) der Öffnungsgrad des Stellgliedes (5) in Richtung der Schließstellung des Stellgliedes (5) verringert wird und dass bei losgelassenem Bremspedal (15) der Öffnungsgrad des Stellgliedes (5) in Richtung der vollständigen Öffnung des Stellgliedes (5) erhöht wird.
- 10 7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrsituation durch Auswertung einer Information über eine Neigung des Fahrzeuges gegenüber der Horizontalen ermittelt wird.
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei betragsmäßigem Überschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes durch die Neigung der Öffnungsgrad des Stellgliedes (5) in Richtung der Schließstellung des Stellgliedes (5) verringert wird und dass bei betragsmäßigem Unterschreiten des vorgegebenen Schwellwertes durch die Neigung der Öffnungsgrad des Stellgliedes (5) in Richtung der vollständigen Öffnung des Stellgliedes (5) erhöht wird.
- 20 9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrsituation durch Auswertung einer Fahrgeschwindigkeit ermittelt wird.
- 25 10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Detektion eines Fehlers an einer sicherheitsrelevanten Komponente des Fahrzeugs oder des Verbrennungsmotors (1) der Öffnungsgrad des Stellgliedes (5) in Richtung der Schließstellung des Stellgliedes (5) verringert wird.
- 30 11. Vorrichtung (25) zum Betreiben eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor (1), mit einem Stellglied (5) zur Einstellung der Luftzufuhr zum Verbrennungsmotor (1), **dadurch gekennzeichnet, dass** Steuermittel (30) vorgesehen sind, die in einem Schubbetrieb des Verbrennungsmotors (1) einen Öffnungsgrad des Stellgliedes (5) abhängig von einer Fahrsituation einstellen.

20.12.04 St/Oy

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor

Zusammenfassung

15

Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung (25) zum Betreiben eines Fahrzeugs mit Verbrennungsmotor (1) vorgeschlagen, die zu einem reduzierten Kraftstoffverbrauch im Schubbetrieb führen. Dabei wird die Luftzufuhr zum Verbrennungsmotor (1) über ein Stellglied (5) eingestellt. In einem Schubbetrieb des Verbrennungsmotors (1) wird ein Öffnungsgrad der Stellgliedes (5) abhängig von einer Fahrsituation eingestellt.

20

25

Fig. 1

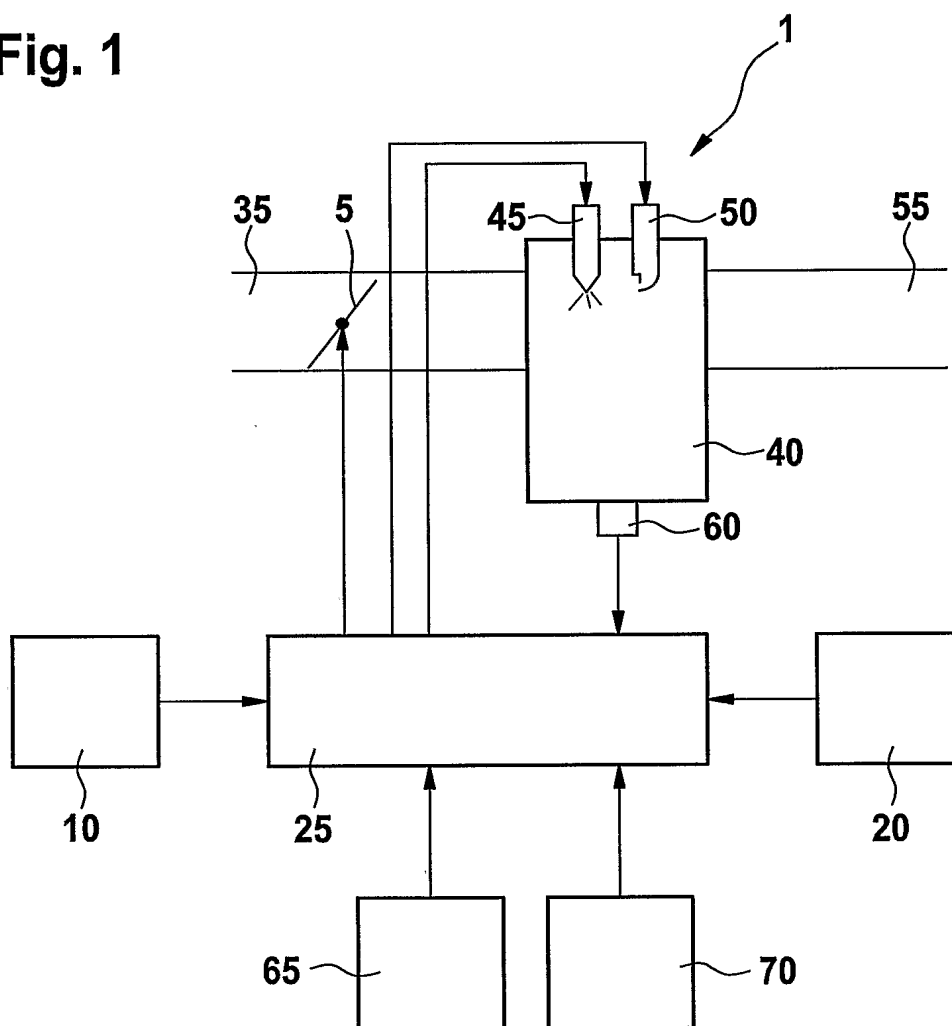


Fig. 2

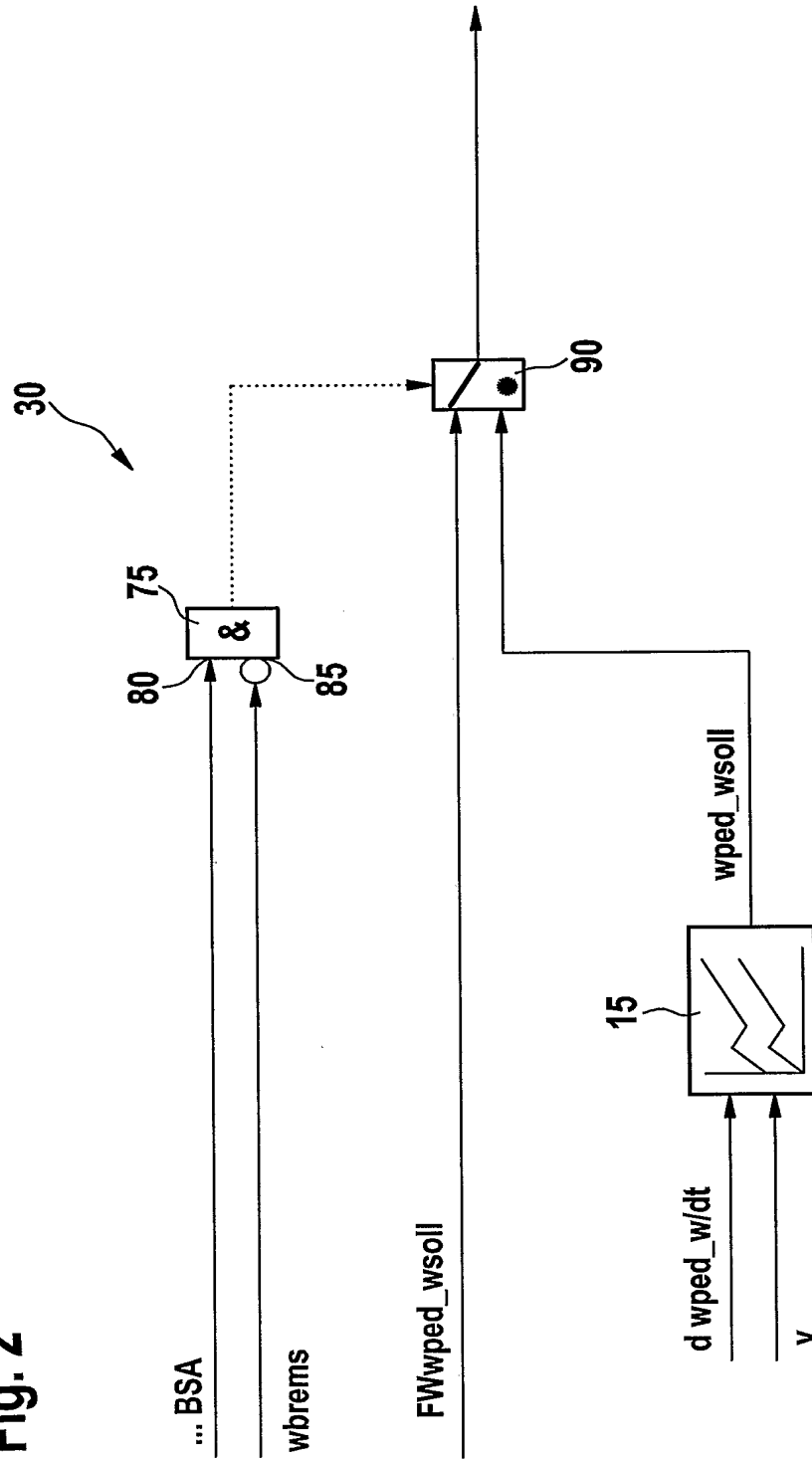


Fig. 3

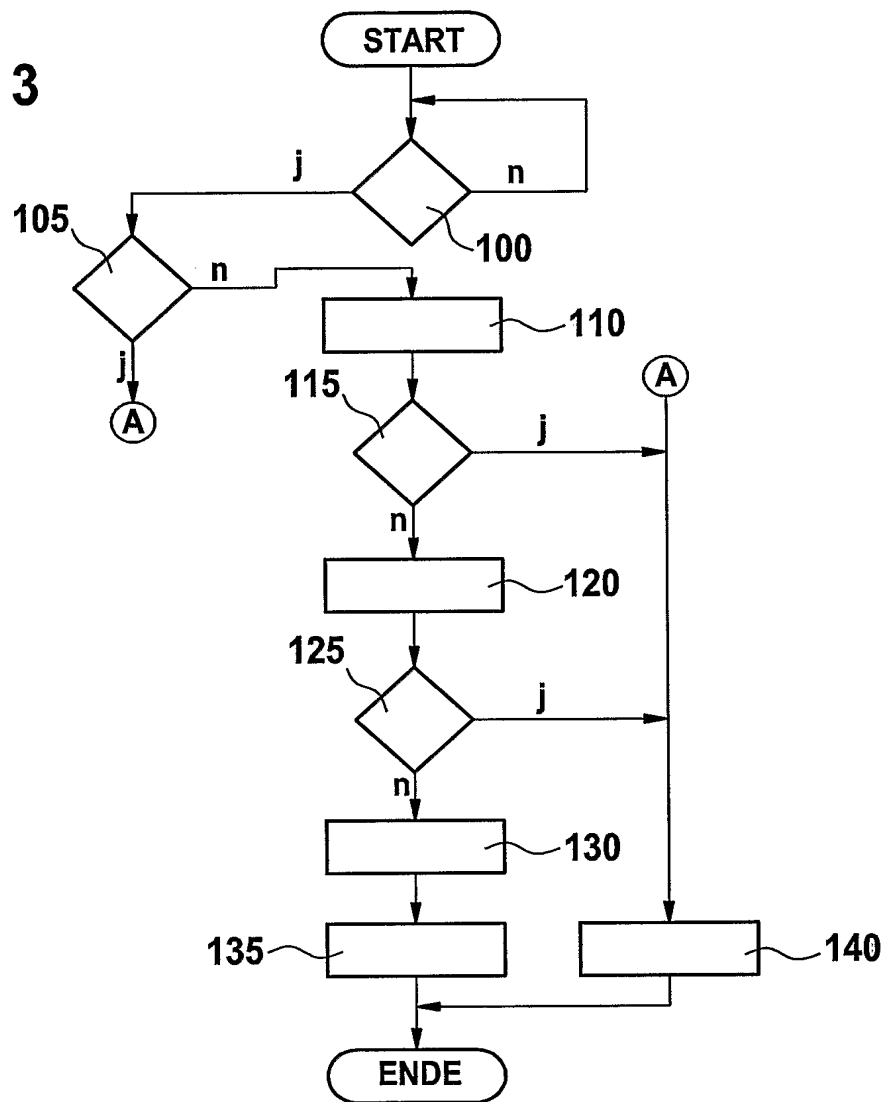


Fig. 4

